

正曲げを受ける鋼ーコンクリート合成 I 桁橋に対する

塑性設計法の適用に関する基礎的研究

長崎大学大学院 生産科学研究科

江頭 克礎

1. 研究の背景

我が国で道路橋を建設する場合、周知のごとく道路橋示方書・同解説（以下、道示）に基づき設計される。現在の道示では、大地震に対する耐震設計を除き、設計法として鋼材の降伏点を基準とする許容応力度法が採用されているため、鋼橋の設計においては、鋼材の弾性域のみが利用されていることとなり、鋼材の特徴である塑性域での伸び性能やひずみ硬化といった性質は活用されていない。

近年わが国においては、厳しい経済状況を反映して公共事業の見直しなどが進められているが、橋梁に関しても構造的な工夫や新材料の開発によるコスト縮減が試みられている。鋼橋に関して言えば、高性能鋼材が開発されており、それらを積極的に活用しようという取り組みが行われている。高性能鋼材の製造において核となる技術は TMCP（Thermo-Mechanical Control Process：熱加工制御プロセス）である。TMCP は、近年になって橋梁用鋼へも本格的に適用されつつある。現在ではこの技術を用いることにより、鋼材の破壊じん性、降伏比（YR）などの機械的性質をある程度制御することが可能となっている。

以上のような背景を踏まえ、近年、鋼材の塑性域における応力ーひずみ関係を規定するパラメータと部材性能の関係等に関する検討が精力的に行われており、近い将来我が国独自の塑性設計法が確立されることが期待されている。

2. 本研究の位置づけ

本研究では、鋼橋上部構造へ適用可能な塑性設計法を確立することを最終目的とした基礎的な検討を行う。具体的には、正曲げを受ける鋼ーコンクリート合成断面を対象に、まず、終局状態において曲げ耐力が全塑性モーメントに達することができる、いわゆるコンパクト断面とみなせるウェブの限界幅厚比を明らかにする。次に、断面の種類、鋼材の強度および塑性域の応力ーひずみ関係を変化させた解析を行うことによって、断面の正曲げ耐力に及ぼす鋼材特性の影響を明らかにするとともに、鋼材の特性を考慮した曲げ耐力の算定式を提案する。さらに、コンクリート強度、鋼材の降伏点および鋼材の塑性域のパラメータが確率的に変動した場合の断面の正曲げ耐力の確率分布を明らかにし、その影響を考慮した正曲げ耐力の設計式を提案する。

3. 本論文の内容

本論文は6章で構成されており、以下に各章の概要を示す。

第1章では、本研究の背景と目的に関して述べるとともに、諸外国の設計規準で規定されているコンパクト断面の条件についてまとめている。

第2章では、正曲げ領域の鋼-コンクリート合成I桁がコンパクト断面とみなせる条件について、非線形FEM解析により検討している。一般には、ウェブおよび圧縮フランジの局部座屈および桁の横倒れ座屈に対する検討を行う必要があるが、本研究で対象とする正曲げを受ける合成I桁橋の場合、圧縮フランジはコンクリート床版で固定されており局部座屈は生じない。そのため、ウェブの局部座屈による曲げ耐力の低下のみに着目した検討を行っており、SS400, SM490, SM570の3種の鋼材に対するウェブの限界幅厚比を明らかにしている。

第3章では、塑性設計法確立のための基礎資料を得ることを目的として、鋼材の塑性域の材料特性が断面の曲げ耐力に対してどのような影響を与えるかについて検討を行なっている。検討対象断面は、コンクリート床版を有する合成I桁であり、52種類の断面に対してファイバーモデルを用いた解析を行っている。その結果をもとに、鋼材の塑性域の特性を表すパラメータである降伏棚の大きさや降伏比が断面の正曲げ耐力に及ぼす影響を明らかにし、それらの影響を考慮した曲げ耐力の算定式を提案している。

第4章では、第3章で用いた解析手法にモンテカルロシミュレーションを応用し、鋼材特性の応力-ひずみ関係を規定するパラメータが確率的に変動する場合における合成I断面の正曲げ耐力の確率分布を算定している。その際、鋼材の塑性域における応力-ひずみ関係を規定するパラメータを対数正規分布に従う確率変数であると仮定し、それらの平均値や標準偏差を変化させて断面の正曲げ耐力の確率分布に及ぼす影響を調査している。

第5章では、第4章と同様の手法を用いて、まず、コンクリートの圧縮強度、鋼材の降伏点および塑性域のパラメータが確率的に変動した場合の正曲げ耐力の確率分布を調査し、設計式の構築にあたって確率変数として取り扱うべき項目を明らかにしている。またその結果に基づき、コンクリート強度と鋼材降伏点のみを確率変数とした検討を実施し、曲げ耐力の50%, 5%, 1%非超過確率値の変化傾向を明らかにするとともに、鋼種に応じた曲げ耐力の設計式を提案している。

第6章では、本研究で得られた知見を総括するとともに、今後塑性設計法を確立するにあたり明らかにしていかなければならない課題についてまとめている。